SISTEMAS FUNCIONALES

3.7 COMBUSTIBLE (II).

Para completar la descripción del sistema de combustible, en este capítulo se detallan dos controles de gran importancia y una serie de recomendaciones a tener en cuenta con el combustible.

3.7.1 Control de la mezcla.

La mezcla de aire y combustible que entra en los cilindros debe estar dentro de unas proporciones adecuadas, pues tanto una mezcla con mucho aire y poco combustible como con mucho combustible y poco aire, no es eficiente ni produce el rendimiento adecuado del motor. Las relaciones de mezcla entre 7:1 y 22:1 representan el rango dentro del cual es posible la combustión, estando los valores normales entre 12:1 y 15:1. Por lo general, en los motores de pistón, la mejor eficiencia de operación se obtiene con una relación de 15:1 (15 partes de aire por 1 de combustible), pero los fabricantes diseñan el sistema para que, con el mando de mezcla en "rica", esta sea algo mas enriquecida (típicamente 12:1) que la ideal, con el objeto de reducir la posibilidad de detonación y ayudar a que no se eleve la temperatura del motor.

Los carburadores de los motores de aviación se ajustan normalmente para obtener la máxima potencia en el despegue. Por esta razón, se suelen calibrar midiendo la cantidad de combustible entregada con el control de la mezcla en posición de mezcla rica, con la presión a nivel del mar. Como la densidad del aire disminuye con la altura, esto supone que a medida que el avión asciende, aunque el volumen de aire que entra en los cilindros se mantenga constante su peso irá decreciendo. Si la cantidad de combustible (peso) dada por el carburador sigue siendo la misma, la mezcla tenderá a enriquecerse. Para compensar esta diferencia el piloto dispone de un mando de control de la mezcla.

Este mando, de palanca o de varilla, situado generalmente al lado de la palanca de gases, tiene un recorrido con dos posiciones extremas: "Full Rich " o "Rich" a secas, e "Idle Cut Off", pudiendo posicionarse el mando en los puntos máximos o en cualquier otro punto intermedio del recorrido. En la posición "Full Rich" se obtiene el máximo de mezcla mientras que "Idle Cut Off" solo debe emplearse para cortar el flujo de combustible y parar el motor.
El ajuste de la mezcla mediante este mando debe hacerse conforme a lo dictado por el constructor en el Manual de Operación del avión.

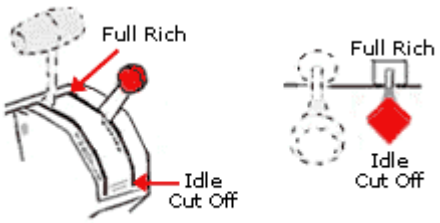

Fig.3.7.1 - Mando de control de la mezcla.

Como regla general, el mando de mezcla debe estar siempre en la posición "Rich" durante el despegue, ascenso, aterrizaje, y durante el circuito de tráfico. Algunos fabricantes simplifican esta cuestión abogando por mantener el mando en "Rich" por debajo de una cierta altitud (entre 3000 y 5000 pies) y solo empobrecer la mezcla por encima de la misma, aunque no se recomienda empobrecer la mezcla con el motor por encima del 75% de su potencia. En algunas ocasiones y según el aeroplano, se empobrece momentáneamente la mezcla para por ejemplo: evitar que se engrasen las bujías si se está mucho tiempo esperando permiso de la torre para el despegue (hay que ponerlo de nuevo en "Rich" para el despegue), calentar con más rapidez el motor antes de la prueba de motores si la temperatura es muy baja, o para arrancar con mas facilidad un motor que se sospecha "ahogado".

El manual del avión debe especificar el procedimiento para empobrecer la mezcla; no obstante sirva como norma general el siguiente: (1) poner el motor a unas r.p.m. constantes; (2) a continuación mover el mando de mezcla suavemente, empobreciéndola, hasta notar que las r.p.m. se incrementan ligeramente; en este punto se tiene el pico máximo de potencia según mezcla y si se siguiera empobreciendo la mezcla las r.p.m. caerían hasta llegar a parar el motor; (3) desde la posición de pico máximo, retornar un poco la palanca enriqueciendo la mezcla, hasta que sea perceptible un decrecimiento de las r.p.m. (entre 25 y 50 menos que las dadas en el pico máximo).

3.7.2 Efectos de mezcla inadecuada.

Una mezcla de aire y combustible demasiado rica (demasiado combustible para el peso de aire) puede provocar:

- Un consumo excesivo, lo cual significa un menor tiempo de vuelo y un menor radio de operación.
- Funcionamiento irregular del motor, lo cual puede llevar a que no desarrolle toda su potencia.
- Temperatura de operación del motor mas baja de lo deseable.
- Una mayor posibilidad de "engrasar" las bujías.

Por otra parte, una mezcla demasiado pobre (combustible escaso para el peso del aire) puede producir:

- Pérdida de potencia.
- El motor gira abruptamente y está sujeto a excesivas vibraciones.
- La temperatura del motor puede alcanzar niveles indeseables.
- La posibilidad de detonación se incrementa.

3.7.3 Cuidar el combustible.

Una de las principales causas de los accidentes de aviación, sobre todo en aviones ligeros, se debe a problemas con el combustible (agotamiento, mal filtrado, agua o impurezas en el mismo, etc.). Sin embargo es relativamente sencillo evitar estos problemas siguiendo una sencilla rutina en la inspección prevuelo y vigilando el consumo durante el propio vuelo. Aunque en el capítulo relativo a la inspección de vuelo se detallan los procedimientos a seguir, veamos algunos referentes al combustible:

- Asegurar que la cantidad cargada es suficiente. El consumo puede ser mayor al esperado; cabe la posibilidad de tener que aterrizar en un aeródromo distinto del previsto; un exceso de tráfico puede incrementar nuestro tiempo de vuelo; etc.. La norma exige que lleguemos a nuestro destino con combustible a bordo suficiente para al menos 30 minutos más de vuelo (VFR y vuelo diurno).
- Drenar los depósitos para comprobar que no queda agua o impurezas en el mismo y que efectivamente lo que hay allí dentro es combustible.
- Cerrar bien tapones y drenadores.
- Los indicadores de cantidad pueden estar estropeados o sufrir errores. Comprobar la cantidad contenida en los depósitos visualmente.
- Chequear el funcionamiento de la bomba auxiliar, si el avión dispone de este dispositivo.
- Calcular el consumo. La mayoría de las tablas de rendimiento de un avión proporcionan el consumo en galones a distintos regímenes de funcionamiento del motor.

Durante el vuelo, además de chequear los medidores de combustible, teniendo en cuenta el tiempo volado, hay dos cuestiones básicas a tener en cuenta:

- Si el avión dispone de selector de depósito, se debe ir alternando la alimentación de uno a otro cada cierto tiempo (p.ejemplo cambio cada 1/2 hora). Esperar a que se agote el combustible de un depósito para pasar al otro puede provocar fallos de motor.
- Al cambiar de altitud puede ser conveniente ajustar la mezcla para asegurarse que la proporcionada al motor es la adecuada.

3.7.4 Calefacción del carburador.

Uno de los motivos más comunes de que un motor falle, llegando a pararse si no se corrige la situación, es la formación de hielo dentro del carburador, razón por la cual es conveniente conocer las causas, los síntomas, y las condiciones que producen esta formación de hielo.

El súbito enfriamiento en el sistema de inducción del carburador, debido a la vaporización del combustible (en un 70%) y a la aceleración del aire y subsiguiente pérdida de presión en el Venturi (en el 30% restante), puede causar que la temperatura caiga hasta en 30ºC por debajo de la del aire de entrada. Si la temperatura en el carburador cae por debajo de 0ºC, bajo ciertas condiciones atmosféricas de humedad (esta es la palabra clave, "humedad"), las partículas de agua contenidas en el aire de entrada se precipitan en forma de hielo, habitualmente en las paredes del carburador cercanas a la boquilla de salida del combustible y en la válvula de mariposa. La acumulación de

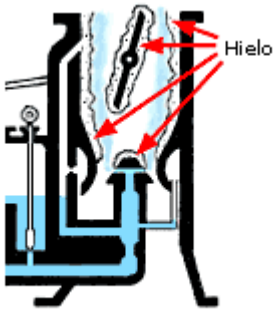

Fig.3.7.2 - Hielo en el carburador.

Las dos condiciones más importantes a tener presentes en cuanto a la posible formación de hielo en el carburador son: la TEMPERATURA del aire y su HUMEDAD RELATIVA. La temperatura del aire ambiente es importante, pero no porque sea necesario que esté por debajo de 0ºC o cercana al punto de congelación, puesto que si la temperatura en el carburador cae hasta 30º, se puede producir congelación incluso en un ambiente relativamente caluroso (entre -10ºC y 30ºC). La humedad relativa es el factor más importante, considerándose posible la formación de hielo en el carburador con valores tan bajos como un 30% de humedad. Lógicamente, cuanto mayor sea el contenido de agua en la atmósfera, mayor es el riesgo de hielo en el carburador. En días secos o cuando la temperatura está muy por debajo del punto de congelación, la humedad del aire no suele generar hielo en el carburador, pero si la temperatura está entre -10°C y 30°C, y la humedad relativa es alta debemos tomar las precauciones necesarias para evitar su formación. Es necesario hacer hincapié en que no es necesario que la humedad sea visible (nubes, lluvia) para que sea posible la formación de hielo en el carburador. Conviene tener presente las recomendaciones dadas en el Manual de Vuelo de cada avión, porque algunos son más sensibles a este fenómeno que otros. Por ejemplo, las Cessna forman hielo en el carburador con más facilidad que las Piper.

El primer indicio de la formación de hielo en el carburador es un funcionamiento irregular del motor y una pérdida de potencia. En aviones propulsados por hélices de paso fijo, esto último se traduce en una caída de las r.p.m. en el tacómetro, mientras que con hélices de paso variable (de velocidad constante) se traduce en una caída de la presión del colector de admisión, porque debido a su naturaleza las r.p.m. se mantendrán constantes. A medida que se vaya formando mas hielo en el carburador, el funcionamiento del motor se hará más irregular y la pérdida de potencia se hará mayor.

Para impedir la formación de hielo en el carburador o para eliminar el que se haya podido formar, los carburadores están equipados con calefactores (carburator heat). Aunque su nombre parece sugerir el uso de alguna resistencia eléctrica o algo similar, en realidad al mover la palanca para activar la calefacción al carburador, lo único que hace el piloto es cambiar la entrada de aire desde el conducto normal (con filtro) a otra toma (sin filtro) que sirviéndose del calor del colector de escape calienta el aire. Este aire caliente debe derretir el hielo del carburador y mantener la temperatura en el mismo por encima del punto de congelación.

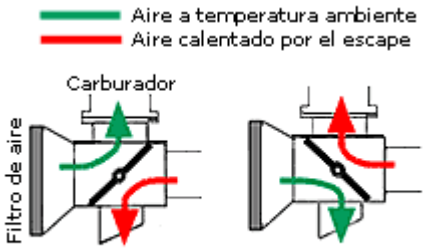

Fig.3.7.3 - Calefacción al carburador.

3.7.5 Uso de la calefacción al carburador.

La calefacción al carburador se puede utilizar como medida preventiva cuando se vuela en condiciones que pudieran provocar la formación de hielo en el carburador, y en todo caso cuando por el funcionamiento del motor o por las indicaciones de los instrumentos se tenga sospecha del suceso.
El hielo en el carburador se considera bastante improbable, aunque no imposible, con el motor operando por encima del 75% de su rendimiento, o sea en despegues y en ascensos; es más, generalmente no se recomienda utilizar calefacción al carburador con el motor operando por encima del 75% porque puede causar detonación. Puesto que activar la calefacción al carburador disminuye la potencia del motor aproximadamente un 9%, debido a la menor densidad del aire caliente, en cualquier situación donde se requiera toda la potencia, tal como despegue, ascenso, o motor y al aire en un aterrizaje, la calefacción al carburador debe estar desactivada.
La menor densidad del aire caliente, también produce un enriquecimiento de la mezcla, lo cual puede hacer necesario en determinados casos empobrecerla, para que el motor ruede más suavemente y para producir mas calor en el motor que ayude a deshacer el hielo.

Aunque la palanca de calefacción al carburador tiene un recorrido entre sus posiciones de activado (hot) y desactivado (cold) es muy raro encontrar alguna recomendación de su uso en una posición intermedia. Lo normal en caso de hielo en el carburador, es activar el mando y mantenerlo en el máximo hasta tener la seguridad de que el hielo se ha eliminado. Si existe hielo en el carburador, al activar el mando las r.p.m. caerán inicialmente, debido a que la mezcla contiene partículas de agua procedentes del hielo derretido, pero poco a poco el motor irá recuperando sus r.p.m. normales.

Recomendaciones a tener en cuenta con el uso de la calefacción al carburador:

- No arrancar el motor con la calefacción al carburador puesta para evitar daños.
- Puesto que la entrada de aire caliente no tiene filtro, evitar la calefacción al carburador durante el rodaje, o el chequeo de este dispositivo en terrenos pedregosos o con tierra suelta.
- No emplear calefacción al carburador en despegues o ascensos.
- Si durante el descenso final en aterrizaje se pone calefacción al carburador, quitarla unos 100 pies antes de la recogida por si ha de frustrarse la toma (motor y al aire).
- Durante descensos prolongados, sobre todo en días húmedos, activar la calefacción al carburador de forma periódica. También conviene aplicar algo de potencia periódicamente para evitar el enfriamiento del motor.
- Si se sospecha hielo en el carburador, poner calefacción al mismo de forma inmediata. Cuando se tenga la certeza de que el hielo se ha deshecho, quitarla.

Sumario:

- La mezcla de aire y combustible que entra a los cilindros debe tener una proporción adecuada para producir un rendimiento eficiente y adecuado del motor.
- La combustión es posible en el rango de relaciones de mezcla entre 7:1 y 22:1, estando los valores normales comprendidos entre 12:1 y 15:1.
- La mejor eficiencia de operación se suele obtener con una relación de 15:1 (15 partes de aire por una de combustible), pero por diseño, es típico que mezcla sea algo mas enriquecida (12:1) para reducir la posibilidad de detonación.
- Los carburadores se ajustan para obtener su máxima potencia en el despegue, con una presión al nivel del mar. Como a medida que aumenta la altitud la densidad decrece, aunque el volumen de aire es el mismo su peso es menor, razón por la cual la mezcla tiende a enriquecerse.
- Para compensar esta tendencia, los aviones tiene un mando de control de mezcla. Este mando tiene una gama de posiciones entre una máxima (Full Rich) y una mínima (Idle Cut Off).
- En despegue, ascenso, circuito de tráfico y aterrizaje este mando debe estar en "Full Rich", y se suele recomendar una mezcla mas empobrecida por encima de una altitud determinada.
- Una mezcla demasiado rica puede provocar: consumo excesivo, funcionamiento irregular del motor, temperatura del motor algo baja, y mayor posibilidad de "engrasar" las bujías.
- Una mezcla demasiado pobre puede dar lugar a: pérdida de potencia, temperaturas demasiado altas en el motor, y mayor posibilidad de detonación.
- La mayor parte de los accidentes en aviación ligera tienen algo que ver con el combustible, por lo cual el piloto está obligado a seguir una serie de cautelas y recomendaciones en cuanto a la gestión del mismo.
- Un motivo muy común de que un motor falle llegando a parase es la formación de hielo en el carburador.
- El súbito enfriamiento por la vaporización del combustible y la expansión del aire en el venturi puede provocar la formación de hielo en el carburador, aun en casos en que la temperatura ambiente no sea baja.
- Las claves de este fenómeno son la temperatura y la humedad, especialmente esta última. En condiciones atmosféricas de entre -10ºC y 30ºC con una humedad relativa del aire moderada o elevada, es posible la formación de hielo en el carburador.
- Para prevenir esta formación de hielo o eliminar el ya formado, se dispone en la cabina de mando de una palanca (carburator heat), que cambia la entrada de aire desde la toma normal (aire ambiente) a otra toma que sirviéndose del tubo de escape calienta el aire de entrada.
- La formación de hielo es improbable en días calurosos y secos, así como con el motor funcionando a un régimen por encima del 75% de su potencia.
- Los síntomas iniciales de hielo en el carburador son: un funcionamiento irregular del motor y con hélices de paso fijo una pérdida de rpm, o con hélices de paso variable una pérdida de presión de admisión.
- Como la calefacción al carburador disminuye la potencia, no debe utilizarse en situaciones en que se necesita toda: despegues, ascensos, o en la fase final de aterrizaje (por si ha de frustrarse la toma).
- No es conveniente tampoco su utilización con el motor a un régimen superior al 75% de su potencia, porque puede causar detonación.
- Aunque pueden darse varias posiciones de la palanca, lo normal es que se tenga en sus posiciones extremas (Off u On).
- En casos de sospecha de hielo en el carburador, activar la calefacción al mismo inmediatamente con la palanca en su posición máxima, y mantenerla hasta asegurar que el hielo se ha derretido.
- Al derretirse el hielo del carburador, este pasa a los cilindros en forma de gotas de agua, lo cual produce una pérdida de r.p.m. y un funcionamiento irregular del motor. Una vez corregida la situación, el motor girará de forma regular e irá recuperando r.p.m. Al desactivar entonces la calefacción al carburador, las r.p.m. deben volver a sus valores normales.

- Es conveniente seguir las recomendaciones de los fabricantes respecto a cuando y como emplear los mandos de calefacción al carburador y de mezcla de combustible.

© M.A.Muñoz Dic/2000